

Die
Blitzgefahr

Ne. 1.

Die Blitzgefahr.

Nr. 1.

Mitteilungen und Ratschläge

betreffend die

Anlage von Blitzableitern für Gebäude.

Herausgegeben

im

Auftrage des Elektrotechnischen Vereins.

Fünfter unveränderter Abdruck.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1891.

Vorwort.

Nachdem an den elektrotechnischen Verein zu Berlin wiederholte Anfragen nach den bei Anlage von Blitzableitern zu Grunde zu legenden Normen ergangen waren, ist von Seiten des technischen Ausschusses des Vereins ein Unterausschuß damit betraut worden, die mit der Blitzschlaggefahr in Zusammenhang stehenden Fragen zum Gegenstand näherer Untersuchungen zu machen. Derselbe besteht aus den Herren Aron, v. Bezold, Brix, Förster, v. Helmholtz, Holz, Karsten, Neesen, Paalzow, Werner Siemens, Döpler und Leonhard Weber.

Aus den Beratungen dieses Unterausschusses ist die vorliegende Veröffentlichung hervorgegangen. Dieselbe giebt in thunlichst gemeinverständlicher Form Erläuterungen zu dem Vorgange des Blitzes, Mitteilungen über die Größe der Blitzschlaggefahr, eine Darlegung allgemeiner Eigenschaften eines guten Blitzableiters und im Anschlusse daran eine Reihe näherer Vorschriften und Rathschläge für die Anlage eines Blitzableiters, welche einerseits innerhalb solcher Grenzen gehalten sind, daß ein wesentlicher Widerspruch von physi-

kalischer Seite nicht zu erwarten ist, andererseits so weit gehen, daß mit Hilfe derselben eine Beurteilung der Brauchbarkeit vorhandener, sowie die Anlage neuer Blitzableiter durch einsichtige, wenn auch physikalisch nicht speziell vorgebildete Interessenten unternommen werden kann.

Eine Fortsetzung der Veröffentlichungen über die mit der Blitzschlaggefahr in weiterem Zusammenhange stehenden Fragen in zwanglosen Heften wird vorbehalten.

Im Februar 1886.

Im Auftrage:

Dr. Leonhard Weber,
Professor an der Königl. Universität zu Breslau.

Inhaltsangabe.

Ueber die Anlage von Blitzableitern.

	Seite
Allgemeine Gesichtspunkte.	
1. Die Natur der gefährbringenden Blitze	7
2. Die Größe der Blitzgefahr und ihre Verschiedenheit	9
3. Die Verminderung der Blitzgefahr durch Blitzableiter	14
4. Allgemeine Beschaffenheit eines rationell angelegten Blitzableiters	22
5. Das Gay-Lussac'sche und das Welsensche System von Blitzableitern	23
6. Anpassung jeder Anlage an die lokalen Verhältnisse	25
Besondere Gesichtspunkte und Ratschläge.	
7. Disposition der Gesamtanlage	26
a) Auffuchung der mäßlichen Entladungsstellen in der unmittelbaren Umgebung des Gebäudes	26
b) Platzierung der Auffangstangen	28
c) Die Verlegung der Luftleitung	29
d) Verbindung mit Metallgegenständen	29
e) Frühere Blitzschläge	30
8. Das Material des Blitzableiters	30
9. Form und Dimensionen der Blitzableiterteile	31
a) Erdableitung	31
b) Auffangstangen	32
c) Luftleitung	33
10. Die Metallverbindungen der Blitzableiterteile untereinander und Befestigung der Leitung am Gebäude	34
11. Vorschriften für spezielle Gebäudearten	35
a) Kirchen	35
b) Windmühlen	35
c) Gebäude, in oder an denen sich Teile einer Beleuchtungsanlage befinden	36

Ueber die Anlage von Blitzableitern.

Allgemeine Gesichtspunkte.

1. Die Natur der gefahrbringenden Blitze.

Ein einschlagender Blitz kommt zustande, wenn die Erdoberfläche und eine ihr benachbarte Wolke entgegengesetzte und in hinreichender Menge und Spannung vorhandene elektrische Ladung erhalten.

Im allgemeinen besitzen die Blitze alle Eigentümlichkeiten, welche die künstliche elektrische Funkenentladung aufweist. Der Entladungsstrom der atmosphärischen Elektrizität nimmt, von der Wolke aus gerechnet, unter Durchbrechung der zwischen Wolke und Erde befindlichen Luftschichten in der Regel seinen Weg nach hervorragenden und zugleich leitenden Punkten der Erdoberfläche oder auf ihr befindlicher Gegenstände, um sich von da aus zu benachbarten ausgedehnten Leitermassen zu begeben, welche seine allseitige Ausbreitung in der Erde vermitteln. Solche Leitermassen sind z. B. das Grundwasser, fließendes oder stehendes Gewässer, Netze ausgedehnter metallischer Leitungen, regendurchnäßte Erdoberfläche und dergl.

Die Blitzgefahr für Gebäude ist also sowol von ihrer Beschaffenheit als auch von ihren örtlichen Beziehungen zu den vorher erwähnten Leitermassen abhängig.

Unter Umständen kann die Beschaffenheit der Gebäude und des Erdreichs Einfluß haben auf das Zustandekommen eines

Blitzes überhaupt; sie kann nämlich eine Blitzentladung, welche bei anderer Beschaffenheit der Erdoberfläche nicht stattgefunden hätte, ermöglichen; sie kann aber auch unter Umständen eine Entladung verhindern oder abschwächen (etwa durch Ausströmungswirkungen).

Einen unzweifelhaften und für die Beseitigung der Blitzschlagsgefahr wichtigen Einfluß hat die Beschaffenheit der Gebäude und des Erdreichs auf die Bahn, welche der Blitz beim Einschlagen befolgt. Der Blitz folgt von der zunächst betroffenen Stelle aus bis zu den oben erwähnten Leitermassen in der Regel demjenigen Wege, auf welchem er die kleinsten Widerstände vorfindet. Ausnahmen von der Regel finden statt, und zwar um so eher, je weniger zusammenhängend die die Blitzbahn beeinflussenden Leiter und Leitertheile sind und je mehr diese durch ihre Form und sonstige Beschaffenheit zu Funkenbildungen in benachbarten Nichtleitern Anlaß geben.

Verzweigungen des Blitzes und Seitenentladungen kommen vor. Insbesondere kann es durch die Töplerschen¹⁾ Versuche als erwiesen angesehen werden, daß von einer mit der Erde in guter Verbindung stehenden Leitung (Blitzableiter) der Blitz auf eine Leitung von noch kleinerem Erdübergangswiderstand (Wasserleitung) mit Durchbrechung von Isolatoren oder Halbleitern überspringen kann.

Außer den direkten Entladungen zwischen Wolken und Erde kommen als gefahrbringend, wenngleich in geringerem Grade, noch in Betracht die Wirkungen derjenigen Störungen des elektrischen Gleichgewichtes, welche hierbei in Leiterkomplexen durch statische oder dynamische Induktion verursacht werden können.

Die Zeitdauer einer Entladung ist innerhalb sehr weiter Grenzen (der Bruchtheile einer Sekunde) als veränderlich zu betrachten. Inwieweit hierauf die Vorgänge in der elektrischen Wolke oder andererseits die Leitungsfähigkeit der vom Blitz durchflossenen Körper einwirken, ist nicht mit Sicherheit bekannt.

Bezüglich der vom Blitze hervorgebrachten Wirkungen ist anzunehmen, daß im allgemeinen mechanische Zerstörungen durch

¹⁾ Elektrot. Zeitschr. 1884. S. 241. 246 ff.

schnelle und Zündungen durch langsame Entladungen bewirkt werden.

2. Die Größe der Blitzgefährdung

ist für ganz Deutschland noch nicht mit erschöpfender Genauigkeit ermittelt. Näherungsweise ist jedoch aus folgenden Daten ein Bild zu gewinnen.

Die Gefährdung durch Blitz ist in Deutschland seit den letzten 30 bis 40 Jahren in beständiger Zunahme begriffen, so daß von 1850 bis 1880 in runder Ziffer eine durchschnittliche Vermehrung der Blitzgefahr um das Dreifache anzunehmen ist. Dies Resultat ist durch die Untersuchungen von v. Bezold¹⁾, Gutwasser²⁾, Holz³⁾ und Kahner⁴⁾ gewonnen.

Der jährliche durch Blitzschlag angerichtete Schaden wird von G. Karsten⁵⁾ auf ein Minimum von 6—8 Millionen Mark für Deutschland veranschlagt.

Für den Zeitraum von 1874 bis 1877 fand Holz, daß auf eine über ganz Deutschland sich erstreckende Versicherungssumme von 13 676 Million Mark ein jährlicher Blitzschaden von 1,26 Million Mark stattfand, also 0,092 pro mille.

Für denselben Zeitraum berechnet Holz, daß im jährlichen Durchschnitt in ganz Deutschland von 1 Million Gebäuden 188 vom Blitz getroffen werden. Hierbei, sowie auch bei den folgenden Angaben sind nur diejenigen Blitzschläge gezählt, welche Schaden verursachten und welche bei Feuer-Versicherungs-Sozietäten angemeldet wurden.

Für Bayern giebt v. Bezold dieselbe Blitzgefahr für den Anfang der 80er Jahre auf 97 für 1 Million an.

Im Königreich Sachsen findet Gutwasser für den Zeitraum 1864 bis 1870 die Blitzgefahr zu 152 pro 1 Million. Die von S. Freyberg unternommene Fortsetzung dieser Untersuchung ergibt

¹⁾ v. Bezold, Abh. der R. bayr. Akad.

²⁾ Gutwasser, Protok. des sächs. Ing.- u. Arch.-Ver. 1872.

³⁾ Holz, Zunahme der Blitzgefahr.

⁴⁾ Elektrot. Zeitschr. 1885. S. 278.

⁵⁾ Elektrot. Zeitschr. 1885. S. 137.

eine beständige Zunahme der Blitzgefahr, welche letztere für 1879 bis 1882 im jährlichen Mittel 271 beträgt.

Die Größe der Blitzgefahr wird beeinflusst

a) durch den Gesamtcharakter der Gegend.

In flachen Gegenden sind Gebäude dem Blitzschlage mehr ausgesetzt als in Hügel- und Gebirgsgegenden. So findet Holtz¹⁾ für Süddeutschland eine durchschnittliche pro 1874 bis 1877 berechnete Blitzgefahr von 97, für Norddeutschland 227 für 1 Million. Die Provinzial-Sächsishe Blitzstatistik ergibt einen ähnlichen Unterschied für die flachen Distrikte der Provinz, verglichen mit den gebirgigen Teilen derselben. Daß dieser Unterschied etwa in der größeren Zahl der in Gebirgsgegenden vorhandenen Blitzableiter liegen sollte, ist nicht wahrscheinlich, da die Zahl der mit Blitzableitern versehenen Gebäude immer noch eine sehr kleine, in günstigen Fällen bis auf etwa 10 pCt. und nur in wenigen Gegenden z. B. einigen bayerischen sich darüber erhebende ist. Die Erklärung ist vielmehr darin zu suchen, daß in Gebirgsgegenden die Ortschaften meist in den Thälern liegen, so daß die dem Blitzschlage ausgesetzten höchsten Punkte in der Regel unbewohnt sind, während gerade in der Ebene die einzelnen Gebäude hervorragende, dem Blitze ausgesetzte Punkte sind.

b) durch die Lage eines Gebäudes hinsichtlich der Terrainbeschaffenheit der näheren Umgebung.

Jede Terrainerhöhung, auf welcher ein Gebäude liegt, bedingt im allgemeinen eine Vermehrung der Blitzgefahr, desgleichen die Nähe von Flüssen und Seen, während die Nähe von Wald die Blitzgefahr vermindern dürfte. Die Grundwasserlagerung kann auf diese Verhältnisse modifizierend einwirken. So kann bei einem horizontal angenommenen Grundwasserstand unter Umständen ein tiefer liegendes Gebäude exponierter sein, als ein höher gelegenes, vom Grundwasser weiter entferntes; während bei geneigtem, mit der Erdoberfläche parallel gehenden Verlauf der wasserführenden Erdschicht das höher gelegene Gebäude das exponiertere ist.

¹⁾ l. c. S. 83.

c) durch die Höhe der Gebäude.

Die Blitzgefahr wächst mit zunehmender Höhe der Gebäude. Dies wird am evidentesten durch die große Gefährdung der Kirchen und Windmühlen bestätigt, obwohl bei letzteren die meist vorhandene Terrainerhöhung und isolierte Lage als mitwirkende Ursache zu betrachten ist. So findet Holtz¹⁾ die jährliche Blitzgefahr für Kirchen pro 1870—1877 zwischen 3360 für 1 Million (Sachsen-Weimar) und 8333 (Landdrostei Stade) und bei Sonderung der städtischen Kirchen für diese sogar 10514 für die Provinz Brandenburg; die Blitzgefahr für Windmühlen zwischen 1650 (Vorpomern) und 10800 (Landdrostei Aurich). Die Schleswig-holsteinische Statistik ergab pro 1879 bis 1883 für Kirchen eine jährliche Blitzgefahr von 4520, für Windmühlen von 14420, während für andere Gebäude sich nur eine Blitzgefahr von 230 (ländliche) und 130 (städtische) ergab. Diese Zahlen beweisen die große Gefährdung der Kirchen und Windmühlen um so mehr, als gerade diese Gebäude am häufigsten mit Blitzableitern versehen sind, und als die bei Berechnung der Gefährdung zu Grunde gelegte Gesamtzahl der vorhandenen Gebäude auch diejenigen umfaßt, welche mit Blitzableitern versehen sind, während die notierten Blitzschläge mit wenig Ausnahmen solche Kirchen und Windmühlen betrafen, welche keinen Blitzableiter hatten.

d) durch die Verschiedenheiten der Verteilung der Gebäude.

Bei gleicher Anzahl ländlicher und städtischer Gebäude werden von ersteren mehr vom Blitz getroffen. Der Grund scheint darin zu liegen, daß ländliche, also isoliert liegende Gebäude nicht bloß diejenigen Blitze auf sich ziehen, welche bei gleichmäßig angenommener Verteilung der Blitzschläge auf sie nach Maßgabe des bedeckten Areals entfallen würden, sondern auch diejenigen, welche auf ihre nächste Nachbarschaft zu rechnen sind.

Zur Klarstellung dieser Verhältnisse diene folgende schematische und abgerundete Berechnung. Es sei A ein als Typus einer Stadt zu nehmender Ort. Derselbe bestehe aus 100 quadratischen und auch im ganzen im Quadrat

¹⁾ l. c. S. 71 u. 72.

gelegenen Häuservierteln von je 7 Häuserfronten. Die Breite und Tiefe jedes Hauses und ebenso die Straßenbreite betrage 15 m. Alsdann enthält dieser Ort $100 \times 24 = 2400$ Häuser und bedeckt mit Hinzurechnung einer um die äußeren Häuserviertel herumlaufenden Straße ein Areal von $(8 \times 15 \times 10 + 15)^2 = 1215^2 = 1476225$ qm. Im Innern der Häuserviertel läßt sich noch ein Raum abgrenzen von 3×15 m im Quadrat, dergestalt daß dieser Gartenraum von den Häusern um 15 m entfernt liegt. Das Gesamtareal dieses Gartenraumes würde $100 \times (3 \times 15)^2 = 202500$ qm betragen. Es möge nun das ganze, von der Stadt bedeckte Territorium im Laufe einer gewissen Zeit von 147 Blitzen getroffen werden, und es werde angenommen, daß davon 20 Blitze auf die Gartenräume, 127 auf die Häuser fallen, d. h. es wird angenommen, daß die nach Maßgabe des Areales auf die nächste innere Nachbarschaft der Häuser zu rechnenden Blitze von letzteren auf sich gezogen werden. Die Wahrscheinlichkeit, in dem angenommenen Zeitraum vom Blitz getroffen zu werden, beträgt mithin für jedes Haus dieses Ortes $\frac{127}{2400}$. Hier-

mit werde ein zweiter (ländlicher) Ort B verglichen. Derselbe sei von A nur dadurch unterschieden, daß ein Haus um das andere weggelassen wird, so daß der Ort B aus 1200 isoliert und um ihre eigene Breite von einander getrennt liegenden Häusern besteht, ein gleiches Gesamtareal wie A bedeckt und auch im Innern der Häuserviertel den gleichen, ebenso weit von den Häusern gelegenen Gartenraum enthält. Läßt man nun in demselben Zeitraum auf den Ort B in Summa 147 Blitzschläge fallen, von denen wieder 20 auf die Gartenräume kommen, so werden die übrigen 127 Blitze auf die 1200 Häuser fallen, welche ja nur Abstände von je 15 m haben. Die Wahrscheinlichkeit vom Blitz getroffen zu werden, beträgt also hier $\frac{127}{1200}$, ist also gerade doppelt so groß, wie für den Ort A.

Holz nimmt die Gefährdung für ländliche Gebäude im Durchschnitt doppelt¹⁾ so groß an, wie die städtische. Die Provinzial-Sächsishe Statistik ergab das Verhältnis 1:1,66, die schleswig-holsteinische das Verhältnis 1:1,8²⁾.

e) durch Bauart der Gebäude.

Ein mit vielen Metallkonstruktionen versehenes Gebäude muß ceteris paribus dem Blitzschlage stärker ausgesetzt erscheinen, als ein Gebäude ohne solche. Als solche blitzgefährliche Einrichtungen

gelten Metalldächer, eiserne Anker und Träger und vorzugsweise Gas- und Wasserleitungsrohre. Diese Blitzgefährdung ist jedoch nur so zu verstehen, daß ein an der betreffenden Örtlichkeit ohnehin vorkommender Blitzschlag seinen Weg eher nach dem mit Metall versehenen Gebäude nehmen wird, als nach einem unmittelbar benachbarten Gebäude, welches mit jenem gleich ist bis auf die Metallkonstruktionen.

Außerdem wird auch die für die Beschädigung der Gebäude entstehende Gefahr dadurch wesentlich abgeschwächt, daß die vorhandenen Metalle häufig als partielle eventuell leicht zu vervollständigende Blitzableiter wirken, wie das z. B. bei den außen verlaufenden Regenrinnen und Abfallröhren der Fall ist, welche den Blitz in der Regel gefahrlos zur Erde gleiten lassen. Auch in Fällen, wo Metallteile in feuergefährliche Nichtleiter eingebettet sind, wie z. B. bei der Drahtbefestigung der Strohdächer, bei Gypsdeckendrähten und dergl. kann zwar einerseits die Möglichkeit der Zündung vergrößert, andererseits aber auch durch einfache Vorsichtsmaßregeln, z. B. durch die Verbindung der einzelnen Drähte untereinander und mit außerhalb gelegenen Metallen die Zündungsgefahr verringert werden.

Ein Grund, die Metallkonstruktionen aus Furcht vor Blitzgefahr einzuschränken, liegt demnach im allgemeinen nicht vor. Ganz ähnlich wie Metalle scheinen sich auch die Strohdächer zu verhalten, welche durch Regen leicht in größerer Dicke durchnäßt werden können und dadurch eine viel besser leitende Dachfläche bilden, als Schiefer- oder Ziegeldächer, welche nur mit einer dünnen Wasserschicht bedeckt werden.

f) durch die unmittelbare Nachbarschaft von Gegenständen, welche den Blitz anziehen. Hierhin gehören:

a. Bäume, welche das Gebäude überragen. Dieselben gewähren zwar insofern Schutz, als sie zunächst den Blitz auf sich und vom Gebäude fortziehen und in der Regel einen Teil der Entladung durch ihre Wurzeln weiter leiten. Doch liegt auch die Gefahr vor, daß die Entladung aus dem unteren Stamme des Baumes zum Teil auf das Gebäude übergehen kann¹⁾. Ob die schützende oder die gefährdende Wirkung überwiegt, wird von den Besonderheiten des einzelnen Falls abhängen.

¹⁾ l. c. S. 87.

²⁾ Berichte über Blitzschläge in der Provinz Schleswig-Holstein. 4. Folge, S. 63. (S. Abg. 55.)

¹⁾ Ber. 4. S. 55.

β. Benachbarte Telegraphen- und Telephonleitungen. Ihr Einfluß ist ebenso wie bei Bäumen theils schützend, theils gefährdend. Die schützende Wirkung wird hier im allgemeinen überwiegen, namentlich bei den städtischen Telephonleitungen, welche mit zahlreichen Blitzableitern versehen sind. Vorschriftsmäßig kommt mindestens ein Blitzableiter auf 4 auf den Häusern angebrachte Rohrständler¹⁾. Eine unzweifelhafte Gefährdung ist dann anzunehmen, wenn sich in der Nähe der Telephonleitung ein Gas- oder Wasserleitungsrohr befindet, welches nicht in metallischer Verbindung mit einem Blitzableiter der Telephonleitung steht.

Die Blitzschlagsgefahr ist jedenfalls überall da als eine größere zu betrachten, wo durch frühere Blitzschläge das Vorhandensein eines oder mehrerer der vorerwähnten ungünstigen Einflüsse besonders wahrscheinlich gemacht ist.

3. Die Verminderung der Blitzgefahr durch Blitzableiter.

Die Franklin'sche Erfindung des Blitzableiters vermag bei gehöriger Ausführung ein Gebäude gegen den Blitzschlag vollständig zu schützen.

Diese Thatsache wird zunächst erhärtet durch Experimente von unzweifelhafter Sicherheit des Gelingens, welche sich mit künstlichen Elektrizitätsquellen anstellen lassen. Versetzt man nämlich einen beliebigen Gegenstand mit einigen um die Außenfläche desselben herumlaufenden Drähten und läßt man die kräftigsten Funken von Batterien oder Inductorien auf denselben überschlagen, so werden die nichtmetallischen Teile des Gegenstandes in keiner Weise von den Funken affiziert. Wenngleich solche Versuche der Quantität nach nicht mit den gewaltigen Erscheinungen natürlicher Blitze verglichen werden können, so ist ein wesentlicher qualitativer Unterschied doch nicht vorhanden und der Schluß daher berechtigt, daß eine Armierung der Gebäude mit passend gelegten Metallstangen und Drähten zu einem vollständigen Schutze der Gebäude gegen den Blitzschlag führen könne.

Außerdem ist die gleiche Natur der atmosphärischen Elektrizität und die Möglichkeit, sie in unschädlicher Weise durch metallische Konduktoren abzuleiten, durch direkte Versuche mit elektrisch stark geladenen Wolken erwiesen.

¹⁾ Vorschriften über Herstellung von Stadt-Feiernsprech-Einrichtungen im Reichs-Telegraphen-Gebiet. 1883. § 8. S. 16.

Hierhin gehören die Versuche, welche von de Romas¹⁾ zu Nérac gemacht wurden. Mit Hilfe eines Drachens, in dessen Schnur ein Metallfaden gestochten war, zog er am 7. Juni 1753 aus einer Höhe von 550 Fuß Funken von 3 Zoll Länge und 3 Linien Dicke aus seinem Konduktor. Als der Drache durch verstärkten Wind noch 100 Fuß höher stieg, zeigten sich Blitzentladungen von 8 Zoll Länge und 5 Linien Durchmesser mit donnerähnlichen Explosions-Erscheinungen. Bei dem am 28. August 1756 angestellten Versuche sah man Feuerströme von 10 Fuß Länge und 1 Zoll Dicke der Schnur des Drachens entströmen. Diese überraschenden Ausbrüche, welche dem Experimentator verderblich geworden wären, wenn er sich unvorsichtig genähert hätte, wurden nichtsdestoweniger mit Sicherheit von der Schnur des Drachens auf einen benachbarten mit der Erde verbundenen metallischen Leiter übergeführt.

In noch größerem Maßstabe wiederholte Charles²⁾ diese Versuche zu Paris und Beccaria³⁾ zu Turin. Der letztere ließ an zwei Stellen auf dem Dache des Palastes Valentino zwei dicke und steife Metalldrähte anbringen, die geeignet isoliert waren. In geringer Entfernung von jedem dieser Drähte befand sich ein anderer Draht, der an der Mauer herab und ziemlich tief in den Erdboden hineinging. Zur Zeit eines Gewitters sprangen nun lebhafteste Funken zwischen je einem isolierten Drahte und dem zugehörigen Ableitungsdraht über, und zwar von solcher Zahl, daß Auge und Ohr kaum im Stande waren, die Unterbrechungen der vielen aufeinanderfolgenden Lichtblitze und der aufeinanderfolgenden Geräusche zu unterscheiden.

Der dritte und evidenteste Beweis für den durch die Blitzableiter gewährten Schutz besteht in der durch 100 Jahre gemachten Erfahrung, daß Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen sind, nur in sehr seltenen Fällen vom Blitze beschädigt werden, und daß namentlich solche Gebäude, welche in früheren Zeiten wiederholt und fast regelmäßig vom Blitze getroffen wurden, nach Anbringung eines Blitzableiters keinen Schaden mehr erlitten.

Aus den vielen in den Werken von Keimarus, Arago, Kuhn u. A. gesammelten, hierher gehörigen Fällen mögen folgende Platz haben: die Kirche zu Bornheim bei Frankfurt a. M.; die katholische Kirche zu Nierstein in der Pfalz; die Reinolbus-Kirche zu Dortmund; die Kirche auf dem Hohenpeißenberg in Bayern, welche in 12 Jahren 7 mal vom Blitze beschädigt wurde; das Schloß de la Ferrandière bei Lyon; eine Kirche bei Charlestown in Carolina; der Valentinische Palast zu Turin; der Leuchtturm zu Genua, der mindestens alle 2 Jahre von Blitzschlägen getroffen wurde; die Kirche von Carignano zu Genua; der Markusturm zu Venedig. Alle diese Kirchen erlitten

¹⁾ Histoire de l'Electricité, par Priestley. t. II, p. 205, traduction française. Auch Mém. de l'Académie des Sciences, t. II, v. 393, IV, p. 514.

²⁾ Mém. de l'Acad. d. Scienc. II, 393; Arago Oeuvr. IV, 284.

³⁾ Arago. IV, 283.

nach Hemmers Bericht¹⁾ keine Zerstörungen mehr, seitdem sie mit Blitzableitern versehen waren. Lichtenberg²⁾ erzählt: Die am Schlosse des Grafen Orsini auf dem Rosenberg in Rürnthen gelegene Kirche wurde so oft vom Blitze getroffen, daß man den Gottesdienst während des Sommers ausfallen ließ. Im Jahre 1770 wurde der Kirchturm durch einen einzigen Blitzschlag vollständig zerstört. Nachdem er wieder aufgebaut war, traf der Blitz diesen Turm fortgesetzt im Durchschnitt 4 oder 5 mal jährlich, wobei ungewöhnliche Gewitter, in denen 5 oder selbst 10 Blitzschläge den Turm an einem Tage trafen, nur einfach gerechnet sind. Als 1778 der Turm 5 mal getroffen wurde und dem Einsturz nahe war, wurde er neu gebaut und mit einer spitzen Auffangstange und einem guten Ableiter versehen. Im Jahre 1783, also nach Ablauf von 5 Jahren, war der Turm statt 20 bis 25 mal nur 1 mal vom Blitze getroffen und dieser Blitzschlag war auf die Metallspitze gefahren, ohne irgend einen Schaden anzurichten. Möglicherweise sind nicht weniger Blitze eingeschlagen, sie sind aber dann jedenfalls sämtlich durch den Blitzableiter ohne sichtbare Spuren zum Erdboden abgeleitet. Reimarus³⁾ schreibt: Im Turm der deutschen Kirche zu New-York war die Uhr einige 20 Fuß unter der Glocke. Von der Uhr ging ein eiserner Draht zum Stundenhammer. 1750 ging eine Blitzenladung von dem Hammer der Glocke längs des Drahtes zur Uhr, so daß der Draht an einzelnen Stellen völlig abgeschmolzen, an anderen bis auf $\frac{1}{3}$ der Dicke angeschmolzen wurde. Soweit der Strahl an dem Drahte durch die Löcher des Bodens herabgefahren war, hatte er nichts beschädigt; von dem unteren Ende ging die Entladung auf eine Thürangel und zerschmetterte die Thür. Als darauf statt des eisernen Drahtes eine dünne messingene Kette angewendet wurde, folgte ein Blitzschlag im Jahre 1763 nunmehr dieser Kette, wie vorher dem eisernen Drahte, dieselbe wurde abgeschmolzen, zerrissen und zerhäut, ohne daß in den Decken weiterer Schaden angerichtet wurde; hingegen fiel der Blitz wieder gegen die Thürangel und die Thür wurde wieder wie früher zerschmettert. Nach Ausbesserung des Turmes wurde derselbe mit einer eisernen Ableitung versehen und ein 1765 eintretender Blitz auf denselben Turm verursachte nunmehr keinerlei Schaden mehr, indem die Entladung durch den Ableiter ganz unschädlich gemacht wurde. Nach Aragos⁴⁾ von Hemmer entlehntem Berichte wurde der Turm von Siena sehr oft vom Blitze getroffen und beschädigt. Er wurde daher mit einem Wetterleiter versehen, auf den das Volk sehr flüchte. Der 18. im Ostermonat des Jahres 1777 machte dem Murren ein Ende. Ein Wetter näherte sich dem Turme an diesem Tage, Alles versammelte sich auf und an dem großen

¹⁾ Mannheim 1783.

²⁾ Vermischte Schriften. VIII. 256—257.

³⁾ Reimarus, Neuere Bem. vom Blitze. Hamburg. 1794. S. 386—387.

⁴⁾ Arago, Werke. IV. S. 316.

Platze, der Strahl stürzte sich im Angesichte aller Leute auf den Wetterleiter und gab unleugbare Zeichen seines Durchganges, der aber so unschädlich war, daß nicht einmal das Spinnweb, womit der Ableiter hier und da bestrickt war, verjengt oder zerrissen wurde. Nach einem Berichte von Fargeaud¹⁾ wurde 1833 aus amtlichen Dokumenten nachgewiesen, daß der Turm des Straßburger Münsters im Durchschnitt der letzten 30 Jahre eine durch Blitzbeschädigungen verursachte Reparatur von jährlich 1000 Francs erfordere. Nach Anlage des auf Gay-Lussacs Vorschlag 1835 gemachten Blitzableiters blieb der Turm lange Zeit vom Blitzschlag verschont. Erst bei einem sehr heftigen Gewitter am 10. Juli 1843 fuhr der Blitz zweimal auf den Ableiter der Kathedrale. Hierbei kamen Beschädigungen weder am Gebäude noch am Ableiter vor. Es wurde nur der 8 cm lange und 1 cm dicke Platinfokus der Spitze auf 5 bis 6 cm Länge abgeschmolzen. Da die Spitze wahrscheinlich schon durch den ersten Schlag abgeschmolzen war und den zweiten Schlag dennoch gut ableitete, so beweist dieser Fall, daß auch ein Blitzableiter ohne scharfe Spitze den Blitz unschädlich ableiten kann. Arago²⁾ erzählt: Im Jahre 1814 schlug der Blitz im Hafen von Plymouth ein. Von den vielen dort stationierten Kriegsschiffen wurde ein einziges getroffen und beschädigt. Dieses Schiff, der „Milford“, war auch das einzige, welches gerade zu der Zeit keinen Blitzableiter hatte. Snow Harris³⁾ zählt 283 offiziell konstatierte Fälle auf, in denen Schiffe der englischen Kriegsmarine vom Blitze getroffen wurden. Der jährliche Schaden in Kriegszeiten betrug, abgesehen von zahlreichen Menschenopfern, 10000 Pfund Sterling. Nach Einführung der Harris'schen Blitzableiter kamen Blitzschläge an Schiffen weit seltener vor und alsdann ohne weitere Beschädigung. So giebt Harris 40 offiziell beglaubigte Fälle an, in denen Schiffe, die mit seinen Blitzableitern versehen waren, nicht den geringsten Schaden erlitten. Duprez sammelte 141 Fälle, in denen Gebäude mit Blitzableitern getroffen wurden, ohne den geringsten Schaden zu nehmen. Die schleswig-holsteinische Statistik von 1879—1883 weist 7 Fälle auf, in denen Blitzableiter getroffen wurden, ohne daß die Gebäude Schaden nahmen. Unzweifelhaft würde man solche Fälle noch beträchtlich vervielfältigen können, wenn es möglich wäre, alle Blitze zu beobachten, welche, meist ohne merkliche Spur zu hinterlassen, in die Blitzableiter schlagen, oder wenn man nach dem Vorgange von Rittenhouse mittelst eines guten Fernrohrs alle vorhandenen Blitzableiter Spitzen nachsehen wollte, unter denen sich sicher viele vom Blitze angeschmolzene finden würden.

Als einen weiteren Beleg für die Wirksamkeit der Blitzableiter lassen sich

¹⁾ Pogg., Ann. LXVI. S. 544.

²⁾ Werke. IV. S. 318.

³⁾ Comp. R. XLIII. 1015—1016. Berl. Ber. XII. 590.

einige Beispiele finden, in denen durch zufällige Umstände die Gebäude gewissermaßen mit Blitzableitern versehen waren und Schutz gegen den Blitzschlag erhielten. Dahin gehört der Salomonische Tempel in Jerusalem. Trotz der großen Sorgfalt, mit welcher im Altertum Blitzschläge in berühmte Gebäude aufgezeichnet zu werden pflegten, findet sich kein einziger Bericht über einen Blitz, welcher in den überaus exponiert gelegenen Tempel während seines mehr als 1000 jährigen Bestehens geschlagen hätte. Die Erklärung hierfür giebt Lichtenberg¹⁾ gewiß zutreffend folgendermaßen: Das mit stark vergoldetem Zedernholz getüfelte flache Dach des Tempels war von einem Ende zum anderen mit langen zugespitzten und vergoldeten Stangen von Eisen und Stahl (?) besetzt. Die Außenseiten des Gebäudes waren ebenfalls in ihrer ganzen Ausdehnung mit stark vergoldetem Holze bekleidet. Endlich waren unter dem Vorhofe des Tempels Zisternen vorhanden, in welche das Wasser von den Dächern sich durch metallene Röhren ergoß. Hier ist also ein Ueberfluß von Ableitungen für den Blitz vorhanden gewesen und Lichtenberg glaubt mit Recht, dieses Beispiel als den offenbarsten Beweis für die Wirksamkeit der Blitzableiter anführen zu können. Als ein ähnliches Beispiel führt Saussure die Peter-Kirche zu Genf auf. Obgleich Genf den Gewittern sehr stark ausgesetzt ist, die Türme seiner Kathedrale die höchsten Bauwerke der Stadt und bis auf eine beträchtliche Entfernung die dominierenden Punkte der Gegend sind, so wurde jene Kirche innerhalb 2½ Jahrhunderten niemals vom Blitze beschädigt. Saussure sah die Ursache dieser auffallenden Erscheinung darin, daß der Turm in der Mitte von oben bis unten mit Weißblech abgedeckt war und an seinem unteren Ende durch Wasserrohre in hinreichende Kommunikation mit der Erde gesetzt wurde. — Der Stephansturm in Wien wurde früher fast jährlich vom Blitze beschädigt, aber immer nur in dem oberen Drittel des Turmes, wo die Metalle nicht zusammenhängend waren und infolgedessen die dazwischen liegenden Steine zertrümmert wurden, während die untere Partie des Turmes, welche zusammenhängend von Metall bedeckt war, niemals Beschädigungen erfuhr.

Außer solchen sehr zahlreichen Fällen, welche den vollständigen durch Blitzableiter gewährten Schutz erkennen lassen, sind nun einzelne Fälle bekannt geworden, in denen Gebäude, welche mit Blitzableitern versehen waren, dennoch Schaden erlitten haben.

Daß übrigens die Zahl derselben nicht bloß absolut eine kleine ist, sondern auch eine kleine im Verhältnis der mit Blitzableitern armierten Gebäude zu den nicht armierten, würde eine diesbezügliche zur Zeit noch nicht vollständige Statistik unzweifelhaft erkennen lassen.

¹⁾ Verm. Schriften VIII. S. 251—301.

Leider haben diese wenigen Fälle getroffener armierter Gebäude dem noch immer nicht ganz beseitigten Vorurteil gegen Blitzableiter von Zeit zu Zeit neue Nahrung gegeben, obwohl sich bei näherer Prüfung fast immer gezeigt hat, daß die vorhandenen Blitzableiter die größten Fehler hatten, welche leicht zu beseitigen gewesen wären. Die vorurteilslose Prüfung solcher Fälle hat vielmehr einen weiteren Beweis für die Nützlichkeit der Blitzableiter ergeben.

Einige solcher Fälle mögen hier Platz finden. Saussure berichtet, daß die Mariahilf-Kirche in der Nähe von Genua fast in jedem Jahre vom Blitz getroffen wurde und deshalb 1778 mit einem Blitzableiter versehen wurde, der allen damals gestellten Anforderungen entsprochen haben soll. Im Juli des folgenden Jahres fiel ein Blitzstrahl auf die Spitze, welche abgeschmolzen wurde, folgte sodann teilweise dem Ableiter, teilweise ging er seitwärts durch einige bis zum Schiffe der Kirche laufende Stangen, von hier zur Mauer und in die Erde, indem er verschiedene Beschädigungen auf diesem Wege anrichtete. Es zeigte sich nun bei der Untersuchung, daß alle früheren Blitzschläge denselben Weg durch die Kirche eingeschlagen hatten und daß die Mauer an der beschädigten Stelle immer sehr feucht war. Saussure fand den oberirdischen Teil des Blitzableiters fehlerfrei, dagegen bemerkte er, daß der Ableiter in Tropsteinmassen versenkt war und so eine sehr trockene Bodenleitung vorfand. Hiermit war der Vorgang erklärt. Hätte man den Blitzableiter mit einer guten möglichst widerstandslosen Erdleitung versehen, anstatt ihn in ziemlich trockenem Gestein endigen zu lassen, so wäre jene Seitenentladung voraussichtlich nicht eingetreten. Einen fast vollständig analogen Fall weist die schleswig-holsteinische Statistik¹⁾ nach bezüglich zweier Blitzschläge in die Kirche zu Hattstedt, wo in Folge notorisch schlechter Erdverbindung des einzigen Blitzableiters auf dem Turme eine Seitenentladung durch das ganze Schiff der Kirche nach dem am anderen Ende gelegenen feuchteren Terrain stattfand. Auch die beiden von Ruhn²⁾ beschriebenen Blitzschläge in das Schloß zu Seefeld in Bayern gehören hierher. Der Blitzableiter endete hier in vollständig trockenem Sandboden, während in einiger Entfernung vom Schlosse ein kleiner See vorhanden war, und bei dem zweiten Blitzschläge 1809 eine bleierne, zum Brauhause gehörige Wasserleitung seitwärts abführte, welcher der Blitz folgte. In fast allen Fällen, wo trotz eines Blitzableiters Beschädigungen konstatiert sind, ist offenbar das Fehlen einer gut leitenden hinlänglich widerstandslosen Verbindung mit dem feuchten Erdreich oder Grundwasser die Ur-

¹⁾ Berichte. 1. u. 2. Folge.

²⁾ Ruhn, Handbuch der angew. Electricitätslehre; Encycl. d. Phys. XX. S. 122.

sache gewesen. Durch die erst in den letzten Jahrzehnten häufiger in Anwendung gekommenen Wasser- und Gasleitungen, welche man erst in jüngster Zeit mit den Blitzableitern in Verbindung setzt, sind gleichfalls eine Reihe von Ausnahmefällen herdoorgerufen, in welchen die Blitzableiter ihren Dienst nicht vollständig verrichteten¹⁾. So berichtet Holtz²⁾, daß die mit Blitzableitern versehene Kirche St. Laurentii zu Stehove im Jahre 1877 von einem Blitzschlage getroffen wurde, der zwar eine Strecke lang den Ableiter verfolgte, sodann aber auf großen Umwegen zu einer Gasröhre unter Durchbrechung einer 1/2 m starken Mauer überschlug. Der Blitzableiter endigte hier in einer Kohlenschüttung im Erdreich. Die Nikolai-Kirche zu Stralsund wurde wiederholt vom Blitze getroffen, wobei sich der Blitzableiter als vollkommen schützend erwies. Im Jahre 1859 schmolz jedoch der Blitz in der Nähe der Erdoberfläche die Leitung an 2 Stellen. Als Ursache hierfür ergab sich die inzwischen in die Nähe des Blitzableiters gelegte Gasleitung, auf welche offenbar der Blitz abgeprungen war. Die Nikolai-Kirche in Flensburg³⁾ wurde am 4. August 1879 vom Blitze getroffen. Es erfolgte ein Überschlag von dem sonst scheinbar tadellosen Blitzableiter auf die Gasleitungsrohren des hart an die Kirche gebauten Schulhauses. Auch die von Messens⁴⁾ berichteten Blitzschläge in die Kirche zu Femappes 1872 und die Kirche zu New-Haven, bei welchen von den sonst guten Blitzableitern Seitenentladungen zu benachbarten Gasleitungen stattfanden, gehören hierher. Die Befolgung der auf Grund dieser und einiger ähnlichen Blitzschläge gegebenen Vorschriften, die Leitungsrohren mit den Blitzableitern in Verbindung zu setzen, wird unzweifelhaft für künftig jene Seitenentladungen verhindern. Nach anderer Richtung unzureichend erwies sich zufolge Karstens⁵⁾ Mitteilung der Blitzableiter auf der Mühle zu Brockstedt in Holstein, welche am 18. Mai 1878 getroffen wurde. Der Müller war bei dem herausziehenden Gewitter beschäftigt, die Sturmbretter aus den Flügeln zu nehmen. Dabei stand eine Rute aufrecht mit ihrer Spitze etwa 1 1/2 m höher wie die Auffangspitze des Blitzableiters. Der Blitz schlug in die aufrechtstehende Rute, zerstörte diese bis zur Höhe der Auffangspitze und ging dann auf letztere über, unschädlich in die Erde verlaufend. Der Müller blieb unbeschädigt. Hier reichte also die Höhe der Auffangstange für den Fall nicht aus, daß das Mühlenflügelkreuz aufrecht gestellt war. Für den gewöhnlichen Fall des liegenden (in Scheeren stehenden) Kreuzes würde der Ableiter ausgereicht haben.

¹⁾ Man vergleiche das Gutachten der Königl. Sächs. technischen Deputation vom 5. Januar 1882, den Anschluß von Blitzableitern an städtische Gas- und Wasserleitungen betr.

²⁾ Blitzableiter. 1878.

³⁾ Berichte über Blitzschläge. 1. Folge. S. 121. Auch Reegen, Elektrot. Zeitschr. 1881. S. 448.

⁴⁾ Messens, Des Paratonnerres. S. 50.

⁵⁾ G. Karsten, Gemeinshafliche Bemerkungen. S. 50.

Allen diesen der Erfahrung entnommenen beweiskräftigen Thatsachen schließen sich zahlreiche, von kompetenten Beurteilern abgegebene Voten an, welche einen Zweifel an der Nützlichkeit der Blitzableiter nicht wohl mehr aufkommen lassen.

So heißt es in dem am 5. August 1880 abgegebenen Gutachten der von der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften beauftragten Kommission, bestehend aus den Herren v. Helmholtz, Kirchhoff, Siemens, „daß rationell angelegte Blitzableiter, wenn auch nicht ganz unbedingt, so doch in sehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen versehenen Baulichkeiten beseitigen, ist eine durch die Erfahrung eines ganzen Jahrhunderts feststehende Thatsache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedarf. Daß häufig auch Gebäude, die mit Blitzableitern versehen waren, Blitzschaden erlitten haben, ändert an dieser Thatsache nichts, da in fast allen solchen Fällen die Anlagen mit Fehlern behaftet waren, und da auch solche mangelhaft angelegte Blitzableiter fast immer noch die Gefährlichkeit des das Gebäude betreffenden Blitzschlages durch partielle Entladung vermindern. — Über die Frage, welches die beste und welches eine noch ausreichend sichere Blitzableiter-Anlage ist, können zwar abweichende Anschauungen geltend gemacht werden . . . , doch liegt die wissenschaftliche Grundlage der Blitzableiter-Konstruktion klar vor Augen, und es wäre durchaus unberechtigt, darum auf den notorischen Schutz durch Blitzableiter zu verzichten, weil noch Zweifel über die besten Konstruktions-Details herrschen“.

Der durch den Blitzableiter einem Gebäude gewährte Schutz besteht vornehmlich darin, daß ein das Gebäude treffender Blitzschlag durch den Ableiter unschädlich zur Erde geführt wird. Dies geschieht, wenn der Blitzableiter sowohl seiner Lage als auch seiner Leitungsfähigkeit nach jedem anderen durch das Gebäude bis zur widerstandslosen Verbreitung im feuchten Erdreich oder Grundwasser führenden Wege überlegen ist.

Eine zweite schützende Wirkung der Blitzableiter wird vielfach der durch Spitzenwirkung eintretenden langsamen Ausströmung der Elektrizität zugeschrieben, wodurch unter Umständen ein Blitzschlag überhaupt verhindert werden kann. Über die Größe dieser sekundären Wirkung ist eine Einigung aller kompetenten Beurteiler bisher nicht erzielt.

Das vielfach anzutreffende Raisonnement, „man könne nicht wissen, ob ein Blitzableiter fehlerfrei sei, und wolle daher lieber gar keinen, als sich dem Risiko aussetzen, durch einen möglicherweise

fehlerhaften Blitzableiter die Gefahr des Einschlagens zu erhöhen", ist in der Regel unzutreffend und kann nur in vereinzelt, unten sub 7 d zu besprechenden Fällen in Betracht kommen.

4. Allgemeine Beschaffenheit eines rationell angelegten Blitzableiters.

Die drei Teile eines Blitzableiters, Erdleitung, Luftleitung und Auffangstangen müssen ein in sich metallisch zusammenhängendes System bilden.

Die Erdleitung muß mit den ausgedehnten Leitermassen des Erdreichs (Grundwasser und offene Gewässer) in möglichst inniger großflächiger und überhaupt möglichst **widerstandsloser** leitender Verbindung stehen.

Die Auffangstangen müssen die höchsten Teile des Gebäudes überragen und in der Weise beherrschen, daß der kürzeste Weg von den Wolken bis zum Gebäude stets zuerst auf den Blitzableiter zu führt. Die Luftleitung muß eine Verbindung zwischen Auffangstangen und Erdleitung darstellen, welche mit gleichzeitiger Berücksichtigung von Kürze und guter Leitungsfähigkeit jedem anderen Wege durch das Gebäude überlegen ist. Soweit es sich mit dieser Regel vereinigen läßt, soll die Luftleitung so plaziert sein, eventuell mit Metallkonstruktionen des Gebäudes verbunden sein, daß einerseits vorspringende Ecken mit gedeckt werden, andererseits die Möglichkeit von Induktionswirkungen und Seitenentladungen ausgeschlossen ist.

Eine absolute Sicherheit würde ein Blitzableiter gewähren, der das ganze Gebäude metallisch einschloße und gleichzeitig in möglichst widerstandsloser Verbindung mit den großen Leitermassen der Erde und den in das Innere des Gebäudes führenden Metallmassen stände.

Da die Herstellung eines solchen Blitzableiters in der Regel teils unmöglich, teils zu kostspielig sein würde, so begnügt man sich damit, die gestellten Anforderungen nur in solcher Annäherung zu erfüllen, daß nach bisherigen Erfahrungen eine Beschädigung durch Blitzschlag nicht zu erwarten ist.

5. Das Gay-Lussac'sche und das Melsens'sche System von Blitzableitern.

Zur Konstruktion eines nach den bisherigen Erfahrungen ausreichenden Blitzableiters gelangt man:

a) auf Grund der teils von Franklin selber, teils von Epp, Hemmer, Reimarus, Imhof u. A. gegebenen Vorschriften, welche im Jahre 1823 von Gay-Lussac zu einem von der Pariser Akademie der Wissenschaften veröffentlichten System ausgearbeitet wurden. Dasselbe ist dadurch charakterisiert, daß die Gebäude mit einer oder wenigen, dafür aber sehr hohen Auffangstangen armiert werden. Von denselben führen ebenfalls einige oder wenige, aber starke Leitungen gewöhnlich nur zu einer Stelle des unter oder neben dem Gebäude vorhandenen Grundwassers, mit welchem eine möglichst gut leitende Verbindung durch große räumlich ausgedehnte Flächen der Erdleitung gesucht wird.

b) auf Grund des von Melsens in Brüssel angewandten und empfohlenen Systems. Dieses ist charakterisiert durch eine möglichst vielfältige Verbindung der einzelnen Teile des Blitzableiters, wodurch größerer Schutz vorspringender Gebäudeteile, eine Verzweigung des Blitzschlages und dadurch die Anwendbarkeit schwächerer und leichter zu verarbeitender Konstruktionsteile bewirkt wird. Die Auffangstangen werden bei Melsens durch niedrige, aber zahlreichere Spitzenbüschel ersetzt; die Luftleitung führt in vielfachen dünneren Strängen möglichst an allen Seiten des Gebäudes nach unten und die Verbindung mit dem Erdreich wird entweder auf allen Seiten des Gebäudes oder durch Anschluß an das weitverzweigte System der Wasser- und Gasleitungen zu erreichen gesucht. Ein Melsens'scher Blitzableiter nähert sich also einem das Gebäude umhüllenden Metallnetz, wenn die leitende Verbindung des Netzes der Leitungsdrähte mit der Bodenfeuchtigkeit eine hinlänglich widerstandslose ist.

Es fehlt noch an genügenden Erfahrungen, um einen entscheidenden Vorzug des Systems von Melsens vor dem älteren von Gay-Lussac, das bei guter Ausführung wohlbewährt ist, behaupten zu können.

Allerdings sind Fälle bekannt, in denen Gebäude, die mit Gay-Lussacschen Blitzableitern versehen waren, vom Blitze beschädigt worden sind. Dahin gehören der Blitzschlag in die Kirche St. Croix zu Yvelles¹⁾ am 3. Juli 1874, Kirche zu Flenzburg²⁾, Schulhaus in Fitzbeck³⁾, Schulhaus in Elmshorn, Kirche zu Garding⁴⁾. Alle diese Fälle weisen aber nur darauf hin, daß die Vorschriften der Pariser Akademie unter Umständen einer Erweiterung bedürftig sind. Wenn nämlich die Forderung einer möglichst widerstandslosen Verbindung des Blitzableiters mit den Leitermassen der Erde in Folge falscher Konstruktion oder örtlicher Besonderheiten nur sehr angenähert erreicht ist, so tritt leicht eine Verzweigung des Blitzes nach solchen Teilen des Gebäudes ein, wo durch Metalle, feuchte Mauerstellen, oberflächlich feuchtes angrenzendes Erdreich, benachbarte Bäume und dergl. ebenfalls ein, wenn auch schlechterer Übergang des Entladungstromes auf das Erdreich ermöglicht wird.

Diesem Übelstande kann dadurch vorgebeugt werden, daß man außer der einen möglichst gut zu machenden Haupterdleitung noch für Abzweigungen des Blitzableiters nach den durch jene Seitenentladungen gefährdeten Stellen des Gebäudes sorgt. Dies kann z. B. nach W. Siemenschem Vorgange bewirkt werden durch ein im Erdboden rings um das Gebäude gelegtes, mit allen Blitzableitungen des Gebäudes verbundenes Drahtseil.

Ebenso ist in diesen Fällen einer nicht mit völliger Sicherheit zu gewinnenden guten Erdleitung eine Vervielfältigung und Teilung der Ableitungen nach Melsenschem Vorgange besonders empfehlenswert unter der ausdrücklichen Bedingung, daß alle angebrachten Erdleitungen unter sich leitend verbunden sind und daß jedenfalls die Summe der gesamten Leitungs- und Ausbreitungswiderstände zu einem der Örtlichkeit nach erreichbaren Minimum gemacht wird.

Wo eine unzweifelhaft gute Erdleitung gewonnen werden kann, bietet sowohl das Melsensche wie das Gay-Lussacsche System ausreichenden Schutz. Die Entscheidung zwischen beiden wird demnach in diesem Falle eine Frage der Kosten eventuell der architektonischen Rücksichten sein.

Die Kosten der Gay-Lussacschen Blitzableiter lassen sich bedeutend vermindern, wenn man von den übermäßig hohen Auffangstangen, deren Befestigung in der Regel mit Schwierigkeiten verbunden ist, sowie von dem Luxus der vergoldeten und mit Platinmadeln versehenen Spitzen, deren Nutzen zweifelhaft erscheint, absieht. Auch bei den Melsenschen Blitzableitern würden sich die Kosten verringern, wenn

statt der vielfachen Spitzen, deren Zweckmäßigkeit ebenfalls noch nicht erwiesen ist, einfache Spitzen genommen würden. Dem Vorteile einer leichteren Verlegung der dünnen Melsenschen Leitungen steht der Nachteil ihrer größeren Zahl, sowie der große Verbrauch des Rohmaterials gegenüber. Eine Verringerung des Querschnittes der Leitungen in dem Verhältnis ihrer Vervielfältigung erscheint nämlich nicht ratsam. Es ist vielmehr zu empfehlen, für die Dicke der einzelnen Leitungen vorderhand nicht unter die sub 9, c S. 33 angegebenen Minimalmaße herabzugehen.

Was die architektonischen Rücksichten betrifft, so können die Meinungen darüber geteilt sein, in wie weit hohe oder niedrige Auffangstangen ein Gebäude mehr zieren oder verunstalten. Mit dem Melsenschen Systeme lassen sich indessen auch andere Formen der Spitzen, welche sich dem Stile eines Gebäudes anpassen, leichter vereinigen.

Hiernach ist zu empfehlen, die hergebrachte Form der alten Blitzableiter in solchen Fällen in dem Melsenschen Sinne zu modifizieren, wo der Natur der Örtlichkeit nach nicht ein sehr geringer Erdausbreitungswiderstand verwirklicht werden kann, wobei aber immer die möglichste Verminderung der Summe aller Ausbreitungswiderstände, sowie die Notwendigkeit, daß jeder das Gebäude an exponierten Stellen treffende Blitzschlag eine Leitung von hinlänglichem, den Minimalmaßen sub 9, c entsprechenden Querschnitte vorfinde, in erster Linie zu berücksichtigen bleiben.

6. Anpassung jeder Anlage an die lokalen Verhältnisse.

Um zu erreichen, daß eine Blitzableiter-Anlage nicht unnötig umfangreich und kostspielig sei, dabei aber doch gerade ausreichenden Schutz gewähre, wird in jedem Falle eine sachverständige Beurteilung der lokalen Verhältnisse erforderlich sein. Dies wird namentlich dann notwendig sein, wenn irgendwie kompliziertere Verhältnisse vorliegen. Für einfachere Verhältnisse werden dagegen die nachfolgenden Normen Anhaltspunkte genug bieten, um an der Hand derselben zweckmäßige Anlagen durch intelligente, wenn auch nicht speziell physikalisch vorgebildete tüchtige Fabrikanten und Handwerker herstellen zu lassen.

¹⁾ Melsens, Parat., Notes et Comm. S. 59.

²⁾ Ver. Folge 1. S. 121.

³⁾ Ver. Folge 3. S. 11.

⁴⁾ G. Karsten, Über Blitzabl. und Blitzschläge u. s. w. 1877.

Besondere Gesichtspunkte und Ratschläge.

7. Disposition der Gesamtanlage.

Die rationelle Lösung dieser Aufgabe ist der wichtigste und zugleich verantwortlichste Teil der Konstruktion des Blitzableiters überhaupt. Man verfährt hier folgendermaßen:

a) Es werden die sogenannten Anziehungs- oder Entladungsstellen ermittelt, d. h. diejenigen Stellen im Erdreich, nach welchen vermutlich eine Entladung vor sich gehen wird, und welche mit dem Blitzableiter verbunden werden sollen. Hier gelten folgende Normen:

Als solche Entladungspunkte kommen in erster Linie in Betracht: Grundwasser, stehende und fließende Gewässer, Gas- und Wasserleitungs-Röhren, eiserne Pumpen, soweit sie nicht in zementierte oder ausgemauerte Bassins reichen, Terrain mit reichlichem Saugabfluß, unterirdische Wasserläufe; in zweiter Linie: Abflußstellen von Regenrinnen, Gossen, Küchenabflüssen, sowie solche Partien der Erdoberfläche, welche mit Gras, Blumen, Gemüse oder Buschwerk bestanden sind. Die vorhandenen Entladungspunkte erster Klasse sind thunlichst in leitende Verbindung mit dem Blitzableiter zu setzen.

Wenn stehendes oder ausgedehntes fließendes Gewässer in unmittelbarer Nähe des Gebäudes oder in Städten Wasser- und Gasleitungen erreichbar sind, so ist hierher unbedingt die Hauptableitung des Blitzableiters zu verlegen (cf. S. 34). Andernfalls wird man sein Augenmerk auf die Erreichung des Grundwassers zu richten haben, um in die von demselben dauernd und reichlich durchtränkten Erdschichten die Erdplatten des Blitzableiters zu legen.

Zum eigentlichen Grundwasser kommt man in der Regel nur in ebenen Sandgegenden, wo der Grundwasserstand gewöhnlich nur einige Meter unter der Erdoberfläche ist. Hier ist es leicht, ein besonderes Loch zu graben, bis etwa bei niedrigstem Grundwasserstand 1 m hoch Wasser darin steht und in dieses die mit

der Leitung gut verbundene ebene Platte (nicht übereinander gerollt!) zu legen. In Gegenden, wo schwerer Boden (Thon, Lehm) vorwiegt, kommt man selten zum eigentlichen Grundwasser. Läßt sich hier ein guter Tiefbrunnen mit mehrere Meter hohem Wasserstande erreichen, so können in denselben unbedenklich eiserne Platten mit eisernen Zuleitungen versenkt werden. Die Versenkung von kupfernen Platten und Leitungen in Brunnen ist in der Regel aus sanitären Bedenken nicht zulässig. Steht kein Brunnen zur Verfügung, so wird häufig die beste und billigste Erdverbindung durch Einsenkung eines Eisenrohres (Abessinierbrunnens) in hinlängliche Tiefe erzielt.

Es kann auch vorkommen, daß Bohrungen von verschiedener Tiefe an einem und demselben Orte zu oberen und unteren Wasserschichten führen, welche von einander durch schlecht leitende Schichten getrennt, verschieden große Ausbreitungswiderstände darbieten. Ist in solchen Fällen die obere Wasserschicht hinlänglich mächtig und gut leitend, so kann die untere unberücksichtigt bleiben. Wenn dagegen die Leitungsfähigkeit der oberen Schicht ungenügend ist, so empfiehlt es sich, den Blitzableiter zur unteren Schicht zu führen.

Sind Entladungspunkte erster Klasse mit dem Blitzableiter gut verbunden, so können diejenigen zweiter Klasse unberücksichtigt bleiben.

Sind Entladungspunkte erster Klasse nicht vorhanden, sind z. B. das Grundwasser oder offene Wasseransammlungen weder direkt noch indirekt zu erreichen, so sind die Erdleitungen in die Entladungspunkte zweiter Klasse zu legen, dann aber alle mit einander gut leitend über oder unter der Bodenfläche zu verbinden.

Hierbei beachte man, daß feuchte und sumpfige Stellen der Erdoberfläche im Wechsel der Jahreszeiten ausfrieren oder austrocknen und dann gänzlich ihren Dienst versagen können. Es ist daher nicht zulässig, die Erdleitung nur zu solchen zweifelhaften bloß oberflächlich gelegenen Stellen hinzuzuführen. Man wird auf dieselben jedoch dadurch Rücksicht nehmen, daß die Ableitungen in ihre Nähe eventuell mit seitlich ausgespreizten Drähten, aber doch möglichst in tieferes konstant feuchtes Erdreich verlegt werden. Es ist hierbei stets der Grundsatz festzuhalten, daß die mit dem Erdreich in Berührung stehenden Ableitungsf lächen um so ausgedehnter sein müssen, je geringer der Wassergehalt des Erdreichs ist.

Die Zahl der Erdleitungen richtet sich nach der Ausdehnung der Gebäude, nach Güte und Art der vorhandenen Entladungspunkte und nach Anordnung der Luftleitung (vergl. S. 29c). Je weniger ausgeprägt die Entladungspunkte im Erdreich sind, desto zahlreicher sind in der Regel die Erdleitungen zu machen. Auch ist in solchen

Fällen empfehlenswert, die Erdleitungen in langgestreckte eventuell verzweigte Drahtseile endigen zu lassen.

Eine einzige Erdleitung genügt in der Regel nur dann, wenn dieselbe mit verschwindend kleinem Widerstand zu einer Entladungsstelle erster Klasse geführt werden konnte und wenn gleichzeitig das Gebäude nicht übermäßig seitlich ausgedehnt ist.

Häuserkomplexe sind, wo es angeht, mit einer gemeinschaftlichen Blitzableiteranlage zu decken.

b) Platzierung der Auffangstangen. Obwohl sich keine strengen Gesetze aufstellen lassen, wie weit eine Auffangstange im Sinne von 4. S. 22 den umgebenden Raum beherrscht, so soll doch zur leichteren Formulierung des Folgenden unter der Bezeichnung des Schutzraumes einer Auffangstange ein kegelförmiger Raum verstanden sein, dessen Spitze mit der Blitzableiterspitze zusammenfällt. Je nachdem sich der Radius der kreisförmigen Basisfläche des Kegels zur Höhe des Kegels verhält wie 1:1; $1\frac{1}{2}$:1; 2:1; 3:1; 4:1, soll der Schutzraum als der einfache, $1\frac{1}{2}$ -, 2-, 3-, 4fache bezeichnet werden.

Die Auffangstangen sollen so platziert sein, daß alle Punkte des Gebäudes in ihren Schutzraum fallen, und zwar in einen um so kleineren Schutzraum, je höher und je hervorragender die Punkte am Gebäude liegen. Als ein ungefährender Maßstab für eine hierauf bezügliche Disposition dienen die folgenden Regeln, welche als Durchschnittsmaß dem bisherigen Usus, sowie den in verschiedenen Gegenden bestehenden Vorschriften entnommen sind.

Die Höhe einer Auffangstange ist auf 2—4 m zu bemessen. Die höheren Auffangstangen sind überall vorzuziehen, wo nicht durch Schwierigkeiten der Befestigung oder architektonische Rücksichten ein Hindernis dem entgegensteht.

Alle höchst gelegenen Ecken eines Gebäudes sollen noch im einfachen oder doch mindestens im $1\frac{1}{2}$ fachen Schutzraum einer Spitze liegen. Bei merklich tiefer gelegenen Ecken genügt der $2\frac{1}{2}$ fache Schutzraum.

Alle höchst gelegenen Kanten sollen noch im 2fachen Schutz-

raum einer Spitze liegen. Bei merklich tiefer gelegenen Kanten genügt der 3fache Schutzraum.

Alle Punkte der höchstgelegenen (Dach-) Flächen sollen noch im 3fachen Schutzraum einer Spitze liegen, oder wenigstens in dem 4fachen, wenn sie gleichzeitig durch eine Luftleitung gedeckt sind.

Ist für einzelne Punkte eines Gebäudes die Deckung durch Auffangstangen mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, so können dieselben (in der Regel) auch durch eine über sie hinweggeführte Leitung als geschützt betrachtet werden.

Alle in der Höhe befindlichen kleineren, für sich vorspringenden Teile eines Gebäudes, wie Schornsteine, Türme zc., sollen in den einfachen Schutzraum einer Spitze fallen oder durch eine Luftleitung gedeckt sein.

Bestehen solche Teile schon an sich aus Metall, wie z. B. eiserne Schornsteine, Wetterfahnen und dergl., so können sie gewöhnlich ohne weitere Auffangstangen mit der Blitzableitung verbunden werden.

c) Die Luftleitung soll in möglichster Kürze Auffangstangen und Erdleitung in Verbindung setzen, gleichzeitig aber thunlichst so geführt sein, daß eine möglichst große Deckung vorspringender und exponierter Teile des Gebäudes durch die Luftleitung erfolgt.

Bedürfen einzelne Gebäudeteile, wie Schornsteine, Turmspitzen und dergl. eines besonderen Schutzes, so führt man eine Zweigleitung von der Hauptleitung bis zur Spitze und läßt sie dort in einer kurzen Auffangstange oder einem metallenen Ringe oder einer anderweitigen Verstärkung enden.

In jedem Falle müssen alle Teile der Luftleitung metallisch zusammenhängen. Insbesondere sind die Auffangstangen thunlichst durch eine längs der First laufende Leitung zu verbinden. Eine solche Verbindung außerdem an den unteren in oder über dem Erdboden liegenden Teilen herzustellen, ist nicht erforderlich, wenn sämtliche Auffangspitzen und Schutzleitungen mit einer oder mehreren Erdleitungen von geringem Widerstande, wie Gas- oder Wasserleitungen, oder hinlänglich großen im Grundwasser liegenden Metallplatten gut leitend verbunden sind.

d) Verbindung mit Metallgegenständen. Ausgedehnte

Metallmassen sind an ihren äußersten Punkten thunlichst immer mit der Blitzableitung in Verbindung zu setzen. Dies muß besonders dann immer geschehen, wenn dieselben von höher zu niedriger gelegenen Teilen des Gebäudes führen, wie z. B. Gas- und Wasserleitungen, lange metallene Regenrinnen, Metallbächer, eiserne Treppen, bis zur höchsten Etage hinaufgehende eiserne Säulen und Träger.

Je vereinzelter solche Metallgegenstände sind, je mehr sie im Innern des Gebäudes liegen, je besser sie gegen die Erde isoliert sind und je mehr sie in horizontaler Richtung verlaufen, desto weniger ist die Verbindung mit dem Blitzableiter notwendig. Die Blitzableitung ist dann möglichst fern von den Metallobjekten zu führen.

Sind in einem Gebäude ausgedehnte Metallgegenstände vorhanden, deren Verbindung mit dem Blitzableiter notwendig erscheint, jedoch wegen zu großer Kosten oder technischer Schwierigkeiten unausführbar ist, so kann es zweifelhaft werden, ob das Gebäude durch Unterlassung der Blitzableiteranlage überhaupt oder durch Herstellung des wegen der fehlenden Metallverbindungen mangelhaften Blitzableiters mehr gefährdet wird.

Bei Neubauten empfiehlt es sich, schon während des Baues auf die spätere Anlage eines Blitzableiters Rücksicht zu nehmen.

e) Frühere Blitzschläge. Sind frühere Blitzschläge vorgefallen, so sind die damals getroffenen Stellen vorzugsweise zu decken.

8. Das Material des Blitzableiters.

Für das eigentliche Material des Blitzableiters kommen in Betracht Kupfer und Eisen. Andere Metalle sind entweder zu teuer oder zu wenig gut leitend. Das Kupfer empfiehlt sich durch seine Dauerhaftigkeit, seine bessere Leitungsfähigkeit und seine leichtere Bearbeitung und Verlegung. Das Eisen empfiehlt sich durch seine größere Festigkeit, seinen weit höheren Schmelzpunkt bei größerer Wärmekapazität und seinen weit geringeren Preis, wodurch es auch der Diebstahlsgefahr weit weniger ausgesetzt ist. Die Meinung, daß der Querschnitt einer Kupferleitung in dem genauen Verhältnis des

galvanischen Widerstandes (nämlich ca. 1:6) kleiner als derjenige einer Eisenleitung genommen werden dürfe, trifft indessen nicht zu. Teils die Rücksicht auf den niedriger gelegenen Schmelzpunkt, die geringere Wärme-Kapazität der Kupferleitung, sowie die starke Verminderung der Leitungsfähigkeit des Kupfers durch fremde Beimischungen, teils auch die erfahrungsmäßig häufig eintretende Schmelzung oder Zerstäubung der kupfernen Leitungen durch den Blitz lassen es ratsam erscheinen, die Gleichwertigkeit einer Kupferleitung mit einer eisernen erst dann anzunehmen, wenn der Querschnitt des Kupfers etwa die Hälfte von dem des Eisens beträgt.

Die auf manchen Gebäuden vorhandenen Metall-Ornamente, Metallbächer, Regenrinnen und Abfallrohre können oft mit Vorteil als Teile der Blitzableitungen benutzt werden, falls sie in sich metallisch zusammenhängend sind und hinreichenden Leitungsquerschnitt haben. Auch nach dieser Richtung hin kann bei Neubauten durch geringe Mehrausgaben bei der Herstellung solcher Metallteile ein beträchtlicher Teil der Blitzableiterkosten gespart werden.

Zum Schutze gegen oxydierende Wirkungen ist im Erdreich für Kupferleitung Verzinnung, für Eisenleitung Verzinkung und für die Luftleitung aus Eisen ebenfalls Verzinkung zu empfehlen.

Die gleichzeitige Verwendung von Kupfer und Eisen bei derselben Blitzableitung ist möglichst zu vermeiden. Jedenfalls sind aber die Berührungstellen verschiedener Metalle vor dem Zutritt von Feuchtigkeit zu schützen, da solche Stellen erfahrungsgemäß der Zerstörung durch Oxidation am meisten ausgesetzt sind.

9. Form und Dimensionen der Blitzableiterteile.

a) Für die Erdableitungen ist eine möglichst große und räumlich verteilte Berührungsfläche zwischen dem Blitzableiter und dem Erdreich zu erstreben. Diese Berührungsfläche ist um so größer zu machen, je weniger Erdableitungen an einem Gebäude vorhanden und je mehr eine Seitenentladung im Gebäude etwa infolge vorhandener Metallteile zu befürchten ist.

Falls die Platte ausgestreckt und im freien Wasser liegt, genügt in der Regel eine Berührungsfläche von 1 qm einseitiger Ober-

fläche. In bloß feuchtem Erdreich sind die Dimensionen zu verdoppeln.

Bei cylindrisch zusammengebogenen Platten kommt nur die äußere Fläche in Betracht.

Sind mehrere Erdleitungen vorhanden, so genügt es, wenn die Summe aller Erdplatten die angegebenen Dimensionen besitzt. Auch können bei jeder Erdleitung an Stelle einer Platte mit Vorteil deren mehrere von gleicher Summe der Oberflächen versenkt werden, wobei dieselben jedoch räumlich getrennt und in gut leitender ober- oder unterirdischer metallischer Verbindung stehen müssen. Kupferne Platten sollen mindestens 2 mm, eiserne mindestens 5 mm stark sein.

Mit Vorteil lassen sich eiserne, ins Grundwasser eingetriebene Stangen oder Ausschufrohre der Wasserleitung verwenden. Stangen oder Röhren, welche 5 m im Grundwasser stehen, gelten als ausreichend.

b) Die Auffangstangen müssen so stark gearbeitet sein, daß sie auch den heftigsten Stürmen Widerstand leisten können. Durch diese Bedingung erhalten sie schon die erforderliche Leitungsfähigkeit. Dieselben werden am besten aus verzinktem Rund- oder Quadrat-eisen hergestellt und sollen zugespitzt sein. Ob es von wirklichem Vorteile für die Blitzableiter ist, eine solche Spitze, wie vielfach gebräuchlich, durch Anwendung von Vergoldungen und dergl. immer möglichst scharf zu halten, ist durch zuverlässige Erfahrungen bisher noch nicht ermittelt. Bei Anwendung scharfer Spitzen, die man vielfach aus vergoldetem Kupfer oder Platina herstellt, kommt außer dem Kostenpunkt noch der Umstand in Betracht, daß der erste Blitzschlag, der die Spitze trifft, dieselbe abspizt, spätere Blitzschläge daher doch keine Spitze mehr vorfinden. Ebenso kann es nach den bisherigen Erfahrungen über die quantitative Wirkung der Spitzen weder als notwendig noch als schädlich bezeichnet werden, die Auffangstangen in mehrere Spitzen auslaufen zu lassen.

Bei Gebäuden, welche an einer Berglehne stehen, und welche daher leichter horizontal einschlagenden Blitzen ausgesetzt sind, ist zu empfehlen, an den thalwärts vorspringenden Ecken seitlich abgespreizte Spitzen oder Stangen anzubringen.

c) Die Luftleitung kann der Form nach aus kantigen Stäben, massivem Draht, Drahtseil oder Metallbändern bestehen. Massiver Draht ist am meisten zu empfehlen, da derselbe weniger Rohmaterial erfordert als ein Drahtseil von gleicher Summe der Querschnitte und da es noch nicht als ausgemacht gelten kann, daß sich die Entladungen immer gleichmäßig auf alle Einzeldrähte des Seiles verteilen. Drahtseil ist nur dann anzuwenden, wenn die Einzeldrähte mindestens 2 mm dick und im Falle eiserner Drähte verzinkt sind.

Als Minimalmaße für die Dicke der Leitung gelten:

Verzweigte kupferne Leitungen von kreisförmigem Querschnitt sollen mindestens 0,6 cm Durchmesser, unverzweigte mindestens 0,8 cm Durchmesser haben, was einem Querschnitt von 0,283 resp. 0,503 qcm entspricht.

Bei Anwendung von Kupferdrahtseilen soll die Summe der Querschnitte der einzelnen Drähte resp. 0,3 und 0,6 qcm sein, so daß ein aus Drähten von 2 mm Durchmesser bestehendes Seil resp. 10 und 19 Einzeldrähte enthalten soll.

Bei Anwendung von Kupferblech, dessen Dicke nicht unter 1 mm genommen werde, sollen die Breiten mindestens resp. 3,0 und 5,0 cm sein.

Verzweigte eiserne Leitungen sollen mindestens 0,8 cm Durchmesser, unverzweigte mindestens 1 cm Durchmesser haben, was einem Querschnitte von 0,503 und 0,95 qcm entspricht.

Bei Anwendung von Eisendrahtseilen soll die Summe der Querschnitte der Einzeldrähte resp. 0,6 und 1,2 qcm sein.

Bei der am wenigsten vorteilhaften Anwendung von Band-eisen, dessen Dicke nicht unter 4 mm sein soll, ist eine Breite von nicht unter 1,3 resp. 2,5 cm erforderlich.

In Fällen, wo ein Gebäude infolge seiner Lage oder seiner Höhendimensionen besonders exponiert erscheint, sind die angegebenen Dimensionen der Querschnitte eventuell bis zum $1\frac{1}{2}$ fachen Betrage zu vergrößern, sofern nicht durch weitereervielfältigung der Luft- und Erdableitungen für die Verzweigung des Blitzstrahles gesorgt wird.

Werden Konstruktionsteile eines Gebäudes aus Zink oder Blei

als Teile einer Blitzableitung gebraucht, so sollen für Zink mindestens die achtfachen, für Blei mindestens die zwanzigfachen Querschnitts-Dimensionen der für Eisen geltenden Minimalmaße vorhanden sein.

10. Die Metallverbindungen der Blitzableiterteile untereinander

sollen möglichst fest und dauerhaft gemacht werden, so daß jeder Querschnitt der Verbindungsstellen mindestens die gleiche Leitungsfähigkeit erhält, wie die eigentliche Leitung.

Alle Verbindungen mit losen Kettengliedern sind deswegen nicht zulässig; ebenso sind bloße Vernietungen, Falzungen und Verschraubungen nicht ausreichend, falls nicht gleichzeitig größere Flächen in dauernden Kontakt gebracht werden, wie z. B. durch mehrfache feste Umwicklung, durch Schellen- und Flanschen-Anschlüsse.

Der Regel nach sollen alle Verbindungen außer durch eine feste mechanische Zusammenfügung auch durch Verlötung gesichert sein.

Der Anschluß an die Wasserleitungs- und Gasröhren geschieht am besten an dem Straßenrohre oder, wenn im Innern des Gebäudes, zwischen Gas- resp. Wassermesser und Eintrittsstelle ins Gebäude.

Die Verbindung wird am besten durch ein um die gereinigte Röhre gelegtes metallisches Ziehband (Schelle), mit welchem die Blitzableitung verbunden ist, hergestellt.

Wenn Gas- oder Wasserleitungen bis zur Dach- Etage des Gebäudes hinaufreichen, so ist Gefahr vorhanden, daß der Blitz nach Durchschlagung des Daches die Gas- oder Wasserleitung aufsucht und diese an der Stelle des Einschlagens schmilzt oder zerstört, wobei durch Entzündung des Gases schon wiederholt Feuergefahr entstanden ist. Es ist in solchen Fällen daher notwendig, auch die höchsten Teile dieser Rohrnetze mit der Blitzableitung zu verbinden. Sollten die oberen Teile dieser Röhrenleitungen aus dünnwandigen leicht schmelzbaren Bleiröhren bestehen, oder sollten die eisernen Röhrenleitungen mit isolierenden Zwischenlagen (Zöpfen) gedichtet sein und daher keine ausreichende Leitung für den Blitzstrom darbieten, so ist erforderlich, die Leitungsfähigkeit derselben durch besondere Leitungsdrähte zu verstärken, die an möglichst vielen Stellen mit der Rohrleitung in Verbindung gebracht werden.

Wenn die außerhalb des Gebäudes gelegenen Röhren durch isolierende Zwischenlagen gedichtet sind, so sind hier entsprechende Vorichtsmaßnahmen zu

treffen, was auch schon zum eigenen Schutze der Röhren, namentlich der Gasröhren dringend geboten erscheint.

Bei der Befestigung der Leitung am Gebäude ist eine zu starke Spannung derselben, sowie namentlich jede Einknickung oder Quetschung an den Befestigungshaken zu vermeiden. Eine Isolierung gegen das Gebäude, etwa durch Glasringe, ist nicht zu machen. Auch ist nicht erforderlich, die Leitung durch längere Haken vom Gebäude abzuspreizen.

Bei der Befestigung der Auffangstange und Leitungsteile auf einem Schornstein ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die heißen Verbrennungsgase eine starke Oxidierung begünstigen. Die Verbindung der Auffangstange mit der Leitung ist daher möglichst unterhalb der Schornsteinnündung zu bewirken.

Gegen zufällige mechanische Zerstörungen ist die Leitung durch passende Holzverschlüge u. s. w. zu schützen.

Zu besserer Untersuchung des Widerstandes der Erdleitungen empfiehlt es sich, falls mehrere derselben vorhanden sind, oberhalb des Erdbodens ablösbare Verbindungsstücke einzusetzen.

11. Vorschriften für spezielle Gebäudearten.

a) Kirchen. Die Dicke der Leitung soll mindestens für Kupfer 0,8 qcm, für Eisen 1,5 qcm betragen.

Das Kirchenschiff ist, selbst wenn es ganz in den einfachen Schutzraum des Turmes fällt, durch eine selbständige, jedoch mit der Turmleitung verbundene Blitzableitung zu decken.

b) Windmühlen. Für die Dicke der Leitung gilt daselbe wie bei Kirchen.

Die Mühlenruten unmittelbar als Träger des Blitzableiters zu benutzen, erscheint nur zulässig, wenn durch eine eventuelle Seitenentladung, welche von der im Momente des Blitzschlages nach unten stehenden Rute aus zu befürchten ist, kein Schaden zu erwarten ist.

Der Kosten wegen wird es meist vorzuziehen sein, eine so hohe Auffangstange auf die Mühle zu setzen, daß die Ruten in Scheerenstellung in dem einfachen Schutzraum derselben fallen. Aldann bleiben letztere ohne Leitung.

Die Verbindung des oberen Theiles des Blitzableiters mit dem unteren kann wegen der Drehung der Mühlenkappe nur durch Schleifkontakte hergestellt werden. Die Berührungsflächen sind hier möglichst groß zu machen, was z. B. dadurch erreicht werden kann, daß zwei flache, mit Kupfer- oder Eisenblech beschlagene, um die vertikale Mühlenachse gelegte Ringe aufeinander schleifen, von denen der eine mit dem oberen Teil des Blitzableiters, der andere mit dem unteren verbunden ist.

c) Gebäude, in oder an denen sich Teile einer elektrischen Beleuchtungsanlage befinden. Für ein solches Gebäude tritt im allgemeinen durch die Beleuchtungsanlage keine größere Blitzgefahr ein, als durch das Vorhandensein von Wasser- und Gasleitungen. Besitzt jedoch das Gebäude einen besonderen Blitzableiter, so ist nur in dem Falle Gefahr vorhanden, wenn derselbe schlechte Erdableitung hat, dagegen die Beleuchtungsanlage an anderen Stellen mit besseren Blitzableitern versehen ist. In solchem Falle ist zu empfehlen, entweder die Zuleitung der Beleuchtung möglichst fern dem Blitzableiter des Gebäudes zu legen oder beide Leitungen durch Telegraphen-Blitzableiter mit einander zu verbinden.